

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-063577

(43)Date of publication of application : 28.02.2002

(51)Int.Cl.

G06T 7/20
G06T 1/00
G06T 7/60
H04N 7/18

(21)Application number : 2000-246385

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>

(22)Date of filing : 15.08.2000

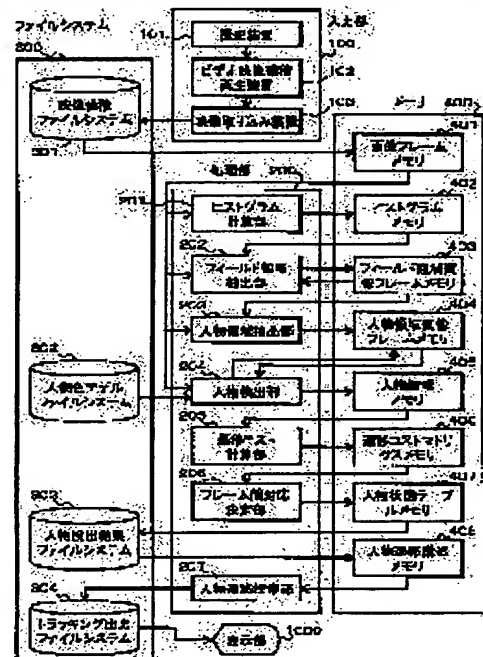
(72)Inventor : OTSUKA KAZUHIRO
YAMAMOTO RYUJI
MORIMOTO MASASHI
KOJIMA HARUHIKO

(54) SYSTEM AND METHOD FOR ANALYZING IMAGE, AND IMAGE ANALYSIS PROGRAM RECORDING MEDIUM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make outputable information on the states of stably tracing objects and the union and separation of a plurality of objects by introducing a diversity such as one-to-multiple and multiple-to-one to the correspondence relation among objects between image frames.

SOLUTION: The position and size of an object are acquired from an image area occupied by the object in respective image frames constituting an image, then, the transition cost in the case where the object in the former frame moves to the object in the latter is calculated about the set of the objects on the two frames in regard to the objects detected in the two adjacent frames, the correspondence relation between the objects on the two frames is classified from the transition cost, and the state of the objects is decided. The moving track of an individual object is traced over a plurality of image frames in the above correspondence relation of the objects by utilizing the information of results obtained by performing calculation about all adjacent inter-frames in the section of the image composed of a plurality of image frames.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

06.11.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-63577 ✓

(P2002-63577A)

(43) 公開日 平成14年2月28日 (2002.2.28)

(51) Int.Cl.⁷

G 0 6 T 7/20

識別記号

1 0 0

1/00

3 4 0

7/60

1 5 0

F I

G 0 6 T 7/20

1/00

7/60

テームト* (参考)

A 5 B 0 5 7

C 5 C 0 5 4

1 0 0 5 L 0 9 6

3 4 0 B

1 5 0 C

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2000-246385 (P2000-246385)

(22) 出願日

平成12年8月15日 (2000.8.15)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 大塚 和弘

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 山本 隆二

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日

本電信電話株式会社内

(74) 代理人 100087848

弁理士 小笠原 吉義 (外2名)

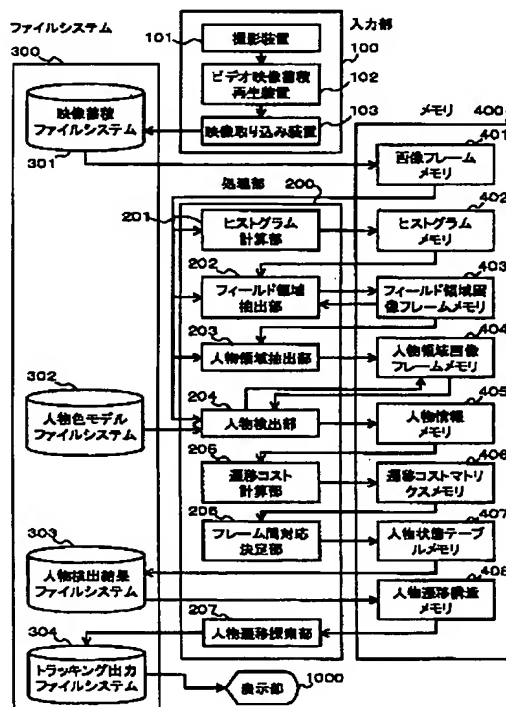
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像解析システム、画像解析方法および画像解析プログラム記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 画像フレーム間における物体間の対応関係に
一対多、多対一などの多様性を導入し、安定した物体の
追跡と、複数の物体の合体、分離等の状態に関する情報
の出力を可能にする。

【解決手段】 映像を構成する各々の画像フレームにお
いて対象物が占める画像領域から対象物の位置と大き
さを取得する。次に、近接する二つのフレームにおいて
検出された対象物について、前のフレームの対象物が後の
フレームの対象物へ移動した場合の遷移コストを、二つ
のフレーム上の対象物の組について計算し、遷移コスト
から二つのフレーム上の対象物の間の対応関係を分類
し、対象物の状態を判定する。以上の対象物の対応関係
を、複数の画像フレームからなる映像の区間内の全ての
隣接するフレーム間に対して計算した結果の情報を利用
して、個々の対象物の移動軌跡を複数の画像フレームに
渡って追跡する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 映像を構成する複数の画像フレームに渡って対象物を追跡し、各画像フレームにおける対象物の画像の位置を含む情報を出力する画像解析システムにおいて、映像を構成する各々の画像フレームにおいて対象物が占める画像領域を抽出する手段と、前記対象物が占める画像領域から対象物の位置と大きさを取得する手段と、近接する二つのフレームにおいて検出された対象物について、前のフレームの対象物が後のフレームの対象物へ移動した場合の遷移コストを、二つのフレーム上の対象物の組について計算する手段と、該遷移コストから二つのフレーム上の対象物の間の対応関係を分類し、対象物の状態を判定する手段と、前記二つのフレーム間の対象物の対応関係を、複数の画像フレームからなる映像の区間内の全ての隣接するフレーム間に対して計算した結果の情報を利用して、個々の対象物の移動軌跡を複数の画像フレームに渡って追跡する手段とを有することを特徴とする画像解析システム。

【請求項 2】 前記画像フレームにおいて対象物が占める画像領域を抽出する手段として、画像を構成する画素値の各々の色成分についてヒストグラムを計算する手段と、該ヒストグラムの最大値を示す色成分値と、該最大値をピークとする山に隣接する谷に対応する色成分値を計算することで、対象物の背景領域の色成分の範囲を計算する手段と、画像中の任意の画素を中心とする近傍領域内の画素値が前記背景領域の色成分の範囲に含まれる割合を計算する手段と、該近傍領域内の色成分の分散の大きさと背景領域全体の色成分の分散の大きさの比を計算する手段と、該計算された分散の比が所定の値以下であり、かつ、該近傍領域内の画素値が該背景領域の色成分の範囲に含まれる割合が所定の値以上である場合に、対象の画素が対象物の領域に含まれると判断し、それらの画素の集合である対象物の領域を二値画像として抽出する手段とを有することを特徴とする請求項 1 記載の画像解析システム。

【請求項 3】 前記対象物が占める画像領域から対象物の位置と大きさを取得する手段として、対象物が占める領域を二値画像として保持する画像に対して距離変化を施し、距離画像を計算する手段と、該距離画像において局所的な距離値のピークを示す座標を検出する手段と、該距離値がピークを示す座標を中心とする対象物領域に対して、適合する外接四角形を計算する手段と、該外接四角形の中心位置として対象物の中心座標を出力し、該外接四角形の幅、高さとして対象物のサイズを計算し出力する手段とを有することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の画像解析システム。

【請求項 4】 前記遷移コストを計算する手段として、対象物の移動の大きさに関する遷移コストとして、二つのフレーム上の対象物の距離を、水平方向および垂直方向それぞれについてカメラの視点移動に伴うフレーム間

における画像全体のずれを補正して計算し、水平方向の距離を対象物の幅で正規化し、垂直方向の距離を対象物の高さで正規化して計算する手段と、対象物の形状や色の変化に関する遷移コストとして、一方のフレーム上の対象物の画素値の空間分布を、他方のフレーム上の対象物に重ね合わせ、それらの画素値の分布の誤差が最も小さくなる値を計算する手段とを有することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 までのいずれか一項に記載の画像解析システム。

10 【請求項 5】 前記二つのフレーム上の対象物の間の対応関係を分類し、対象物の状態を判定する手段として、二つのフレーム上の個々の対象物について、遷移コストが所定の値以下の対象物の組の間に対応関係があると判断する手段と、二つのフレーム上の対象物の間の対応関係を、前フレームの単一の対象物が後フレームの単一の対象物に対応する状態、前フレームの複数の対象物が後フレームの単一の対象物へ対応する状態、前フレームの単一の対象物が後フレームの複数の対象物へ対応する状態、前フレームには存在するが後フレーム上に対応する対象物が存在しない状態、後フレーム上に存在するが前フレーム上に対応する対象物が存在しない状態に分類し、前フレームの単一の対象物が後フレームの単一の対象物に移動する状態を単純な移動、前フレームの複数の対象物が後フレームの単一の対象物へ移動する状態を対象物の合体、前フレームの単一の対象物が後フレームの複数の対象物へ移動する状態を対象物の分裂、前フレームには存在するが後フレーム上に対応する対象物が存在しない状態を対象物の消滅、後フレーム上に存在するが前フレーム上に対応する対象物が存在しない状態を対象物の出現として判定する手段とを有することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 までのいずれか一項に記載の画像解析システム。

【請求項 6】 前記個々の対象物の移動軌跡を複数の画像フレームに渡って追跡する手段として、複数のフレームに渡る対象物の存在およびフレーム間の対象物の対応関係のデータを入力し、それを個々の画像フレームにおいて検出された対象物を頂点、近接フレーム間における対象物の対応関係をエッジとするグラフ構造状のデータ構造として格納する手段と、出現の直後の状態をもつ対象物を探索し、それを起点として消滅直前の状態または合体状態が検出されるまで、該グラフ中を探索し、対象物の移動軌跡を取得する手段と、分裂の直後の状態をもつ対象物を探索し、それを起点として消滅直前の状態または合体状態が検出されるまで、該グラフ中を探索し、対象物の移動軌跡を取得する手段とを有することを特徴とする請求項 1 から請求項 5 までのいずれか一項に記載の画像解析システム。

【請求項 7】 映像を構成する複数の画像フレームに渡って対象物を追跡し、各画像フレームにおける対象物の画像の位置を含む情報を出力する画像解析方法におい

て、映像を構成する各々の画像フレームにおいて対象物が占める画像領域を抽出する過程と、前記対象物が占める画像領域から対象物の位置と大きさを取得する過程と、近接する二つのフレームにおいて検出された対象物について、前のフレームの対象物が後のフレームの対象物へ移動した場合の遷移コストを、二つのフレーム上の対象物の組について計算する過程と、該遷移コストから二つのフレーム上の対象物の間の対応関係を分類し、対象物の状態を判定する過程と、前記二つのフレーム間の対象物の対応関係を、複数の画像フレームからなる映像の区間内の全ての隣接するフレーム間に対して計算した結果の情報を利用して、個々の対象物の移動軌跡を複数の画像フレームに渡って追跡する過程とを有することを特徴とする画像解析方法。

【請求項 8】 映像を構成する複数の画像フレームに渡って対象物を追跡し、各画像フレームにおける対象物の画像の位置を含む情報を出力するための画像解析プログラムを記録した記録媒体であって、映像を構成する各々の画像フレームにおいて対象物が占める画像領域を抽出する処理と、前記対象物が占める画像領域から対象物の位置と大きさを取得する処理と、近接する二つのフレームにおいて検出された対象物について、前のフレームの対象物が後のフレームの対象物へ移動した場合の遷移コストを、二つのフレーム上の対象物の組について計算する処理と、該遷移コストから二つのフレーム上の対象物の間の対応関係を分類し、対象物の状態を判定する処理と、前記二つのフレーム間の対象物の対応関係を、複数の画像フレームからなる映像の区間内の全ての隣接するフレーム間に対して計算した結果の情報を利用して、個々の対象物の移動軌跡を複数の画像フレームに渡って追跡する処理とを、コンピュータに実行させるためのプログラムを記録したことを特徴とする画像解析プログラム記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、映像に表示されている多くの物体を追跡する画像解析システムであって、ビデオカメラにより得られる映像を利用して交通流や人物の行動の遠隔監視、映像アーカイブの構築における映像中の人物動作内容のインデクシング、スポーツ映像からの選手の運動状態やチーム戦略の分析などを行うための画像解析処理技術に関する。

【0002】

【従来の技術】 これまで、人物、車両などの動物体を撮影した映像を入力として、映像中の物体の位置を検出し、それぞれ複数のフレームに渡って追跡することで、動物体の行動を記録する画像処理技術は存在している。

【0003】 代表的な技術としては、追跡を開始する段階において対象とする物体の領域や形状、色情報などをテンプレートとして登録し、その後の画像フレーム中に

においてテンプレートマッチングを行い、最も合致する位置を対象物の位置として計算し、この動作を複数のフレームに渡り繰り返し実行することで、動物体の追跡を行うものが挙げられる。

【0004】 また、特許第 2697072 号の「動画像の物体追跡装置」に記載の技術では、画像フレーム上の物体の次の画像フレーム上での位置を推定して対応付けを決定している。特許第 3026850 号の「自動追尾装置」では、対象物とその枠の色ヒストグラムを計算し、それらの比較により代表的な特徴量を決定し、それを手がかりとして次フレームにおける物体の位置を探索している。

【0005】 これらの手法は、物体が単体で存在し、その形状や色の変化が少なく、また、運動も単純で予測が容易な場合に良好な追跡性能を発揮することができる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、サッカーの試合のように複数の人物が密集して存在したり、接触したりする場合、その映像中には、複数の選手が重なる領域が生じる。その重なりの原因としては、3次元空間上では離れて存在する人物が2次元の画像平面に投影されることにより、画像上では重なって見えることに加え、相手チームの選手のマーク行為など、実際に3次元空間上で複数の人物が接触していることによる重なりが考えられる。

【0007】 そのような映像に対して、従来の手法では、複数の人物の重なりが生じる時点で、テンプレートのマッチングが安定かつ正確に実行できず、出力する追跡情報も極めて精度の低いものになってしまうという問題があった。従来法では、そのような問題に対処するために、人物の重なりというような条件を検出する時点で、追跡処理を終了してしまうか、人手による補正を求める入力待ちの状態に移行するなどの対策をとっていた。このように、従来法では、複数の人物の密集が生じる映像に対しては、安定に追跡処理が実行できず、また、複数の人物の交わりや分離などの状態の認識もできなかった。

【0008】 そこで本発明は、画像フレーム間における物体間の対応関係に一对多、多対一などの多様性を導入し、画像上での物体の移動、合体、分裂、消滅の状態の判定を行うことで、安定した物体の追跡と、複数の物体の合体、分離の状態に関する情報の出力を可能にする技術の提供を課題とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明は、一つ以上の対象物を撮影した映像を入力とし、映像を構成する複数の画像フレームに渡って対象物を追跡し、各画像フレームにおける対象物の画像の位置を含む情報を出力する多物体追跡画像解析システムであって、映像を構成する各々の画像フレームにおいて対象物が占める画像領域を抽出

10

20

30

40

50

する手段と、前記対象物が占める画像領域から対象物の中心座標値と大きさを取得する手段と、近接する二つのフレームにおいて検出された対象物について、前のフレームの対象物が、後のフレームの対象物へ移動した場合の遷移コストを、二つのフレーム上の対象物の組について計算する手段と、該遷移コストから二つのフレーム上の対象物の間の対応関係を分類し、対象物の出現、消滅、および、対象物同士の合体、分裂などの状態を判定する手段と、前記二つのフレーム間の対象物の対応関係を、複数の画像フレームからなる映像の区間内の全ての隣接するフレーム間に対して計算した結果の情報を利用して、個々の対象物の移動軌跡を複数の画像フレームに渡って追跡し、各画像フレームにおける対象物の位置およびサイズに加えて、その出現、消滅、および、対象物同士の合体、分裂の状態の情報を含めて出力する手段とを有することを特徴とする。

【0010】また、本発明の実施形態によれば、画像フレームにおいて対象物が占める画像領域を抽出する手段として、画像を構成する画素値の各々の色成分についてヒストグラムを計算する手段と、該ヒストグラムの最大値を示す色成分値と、該最大値をピークとする山に隣接する谷に対応する色成分値とを計算することで、対象物の背景領域の色成分の範囲を計算する手段と、画像中の任意の画素を中心とする近傍領域内の画素値が該背景領域の色成分の範囲に含まれる割合を計算する手段と、該近傍領域内の色成分の分散の大きさと背景領域全体の色成分の分散の大きさの比を計算する手段と、該計算された分散の比が一定値以下であり、かつ、該近傍領域内の画素値が該背景領域の色成分の範囲に含まれる割合が一定値以上の場合に、対象の画素が対象物の領域に含まれると判断し、それらの画素の集合である対象物の領域を二値画像として抽出する手段とを有することを特徴とする。

【0011】また、本発明の実施形態によれば、対象物が占める画像領域から対象物の中心座標値と大きさを取得する手段として、対象物が占める領域を二値画像として保持する画像に対して距離変化を施し、距離画像を計算する手段と、該距離画像において、局所的な距離値のピークを示す座標を検出する手段と、該距離値がピークを示す座標を中心とする対象物領域に対して、適合する外接四角形を計算する手段と、該外接四角形の中心位置として対象物の中心座標を出力し、該外接四角形の幅、高さとして対象物のサイズを計算し出力する手段とを有することを特徴とする。

【0012】また、本発明の実施形態によれば、前記近接する二つのフレームにおいて検出された対象物について、前のフレームの対象物が、後のフレームの対象物へ移動した場合の遷移コストを計算する手段として、対象物の移動の大きさに関する遷移コストとして、二つのフレーム上の対象物の距離を、水平方向および垂直方向そ

れぞれについて、カメラの視点移動に伴うフレーム間における画像全体のずれを補正して計算し、該水平方向の距離を対象物の幅で正規化し、該垂直方向の距離を対象物の高さで正規化して計算する手段と、対象物の形状や色の変化に関する遷移コストとして、一方のフレーム上の対象物の画素値の空間分布を、他方のフレーム上の対象物に重ね合わせ、それらの画素値の分布の誤差が最も小さくなる値を計算する手段とを有することを特徴とする。

【0013】また、本発明の実施形態によれば、前記遷移コストを用い、二つのフレーム上の対象物の間の対応関係を分類し、対象物の出現、消滅、および、対象物同士の合体、分裂などの状態を判定する手段として、二つのフレーム上の個々の対象物について、遷移コストが一定値以下の対象物の組の間に対応関係があると判断する手段と、二つのフレーム上の対象物の間の対応関係を、前フレームの単一の対象物が後フレームの単一の対象物に対応する状態、前フレームの複数の対象物が後フレームの単一の対象物へ対応する状態、前フレームの単一の対象物が後フレームの複数の対象物へ対応する状態、前フレームには存在するが後フレーム上に対応する対象物が存在しない状態、後フレーム上に存在するが前フレーム上に対応する対象物が存在しない状態に分類し、前フレームの単一の対象物が後フレームの単一の対象物に移動する状態を単純な移動、前フレームの複数の対象物が後フレームの単一の対象物へ移動する状態を対象物の合体、前フレームの単一の対象物が後フレームの複数の対象物へ移動する状態を対象物の分裂、前フレームには存在するが後フレーム上に対応する対象物が存在しない状態を対象物の消滅と、後フレーム上に存在するが前フレーム上に対応する対象物が存在しない状態を対象物の出現として判定する手段とを有することを特徴とする。

【0014】また、本発明の実施形態によれば、二つのフレーム間の対象物の対応関係を、複数の画像フレームからなる映像の区間内の全ての隣接するフレーム間に対して計算した結果から、個々の対象物の移動軌跡を複数の画像フレームに渡って追跡し、その出現、消滅、および、対象物同士の合体、分裂の状態の情報を含めて出力する手段として、複数のフレームに渡る対象物の存在およびフレーム間の対象物の対応関係のデータを入力し、それを個々の画像フレームにおいて検出された対象物を頂点、近接フレーム間における対象物の対応関係をエッジとするグラフ構造状のデータ構造として格納する手段と、出現の直後の状態をもつ対象物を探索し、それを起点として消滅直前の状態または合体状態が検出されるまで、該グラフ中を探索し、対象物の移動軌跡を取得する手段と、分裂の直後の状態をもつ対象物を探索し、それを起点として消滅直前の状態または合体状態が検出されるまで、該グラフ中を探索し、対象物の移動軌跡を取得する手段とを有することを特徴とする。

【0015】前記入力映像として、複数の人間で行う球技の試合を撮影した映像を入力した場合、例えば背景は競技場のフィールド領域であり、前記対象物は競技を行う選手、審判などの人物である。

【0016】サッカーの試合のように激しく運動する人物を撮影する場合、映像中の人物像は、フレーム毎に著しく形状が変化する。従来のテンプレートマッチングを用いた追跡方法では、フレーム間において物体の形状変化が大きい対象物の場合に、正確な追跡が困難であるという問題があるが、本発明では、隣接する2つのフレーム上の物体の全ての組み合わせについて、その移動の可能性を遷移コストとして計算するために、物体の形状変化が大きい対象物に対しても正確な追跡が可能であるという利点を有する。

【0017】また、同じくサッカーの試合映像等の場合、複数の人物が激しくぶつかり合ったり、密着したりするため、映像中の人物像もまた、複数の人物像が密集して現れる。このような密集している領域から個々の人物の領域を分離して切り出すことは極めて困難であり、また、ある人物の陰に別の選手が隠れる場合には、隠れた選手を検出することは単一の視点から撮影した画像からは困難である。

【0018】以上の理由により、本発明では、複数の人物が密集したり重なったりする場合、それらの全体の領域を一つの人物領域として抽出する方式を用い、前後のフレームとの対応関係を用いることにより複数の選手の合体や分離を判定することで、複数の人物の重なりなどへ対応することができる。一方、従来のテンプレートマッチングの手法では、複数の人物の密集や重なりが生じた時点で正常な動作が望めない。

【0019】また、このような複雑な対象に従来の手法を用いる場合、人物の重なる状況を人間が判定して、追跡の処理を制御する必要があったが、本発明では、自動的に複数の人物の合体や分裂を判定することができ、その点においても従来手法に対して優位性を持つ。

【0020】以上の処理手段の各部を、ハードウェアによって実現することも、またコンピュータが実行するソフトウェアプログラムによって実現することもできる。そのソフトウェアプログラムはコンパクトディスク、フロッピー（登録商標）ディスクその他の記録媒体に記録して提供することができる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。図1は、本発明の一実施形態例を説明する図であって、本システムは、入力部100、処理部200、ファイルシステム300、メモリ400、および表示部1000から構成される。

【0022】入力部100は、撮影装置101、ビデオ映像蓄積再生装置102、映像取り込み装置103からなる。撮影装置101は、試合映像を撮影するカメラで

ある。ビデオ映像蓄積再生装置102は、撮影装置101により撮影された映像を記録し、再生することができる装置である。ここで、撮影装置101とビデオ映像蓄積再生装置102は同一の地点に存在する必要はなく、通信回線等を通じて撮影装置101で撮影された映像を送信し、ビデオ映像蓄積再生装置102で受信および記録を行うこともできる。さらに、ビデオ映像蓄積再生装置102は、一台である必要はなく、複数の装置を用いて記録と再生とを別々の装置で実行することも可能である。

【0023】映像取り込み装置103は、ビデオ映像蓄積再生装置102で再生される映像を計算機上に取り込み、映像蓄積ファイルシステム301中にデジタルデータとして蓄積を行う装置である。映像取り込み装置103は、ビデオ映像蓄積再生装置102の出力がアナログ信号の場合には、デジタル／アナログ（D/A）変換を行う。また、撮影装置101やビデオ映像蓄積再生装置102の出力がデジタル信号の場合には、必要に応じて映像データのフォーマット変換を行う機能も実現するものである。

【0024】処理部200は、本発明の中心的技術を実現する部分であり、ヒストグラム計算部201、フィールド領域抽出部202、人物領域抽出部203、人物検出部204、遷移コスト計算部205、フレーム間対応決定部206、人物遷移探索部207からなる。処理部200は、映像を入力し、映像の各画像フレームから人物を検出し、その人物の追跡を行い、その結果として、各フレームにおける人物の位置情報などの出力を行う。詳細は後述する。

【0025】ファイルシステム300は、映像蓄積ファイルシステム301、人物色モデルファイルシステム302、人物検出結果ファイルシステム303、トラッキング出力ファイルシステム304からなる。

【0026】映像蓄積ファイルシステム301は、映像取り込み装置103より出力される映像データを蓄積し、処理部200からの要求に応じて任意の映像中の画像フレームを出力することができる。人物色モデルファイルシステム302は、人物検出部204において検出した人物の属性を判定する際に用いるモデルとなる人物の色情報が格納されているファイルシステムである。

【0027】人物検出結果ファイルシステム303は、処理部200より出力される入力映像の各画像フレームにおける人物の位置、サイズ、および、前後フレーム上の人物との対応関係等からなるデータを格納するファイルシステムである。トラッキング出力ファイルシステム304は、人物遷移探索部207より出力される映像中の各人物の移動軌跡情報が格納されるファイルであり、本システムの最終出力となるものである。なお、これらのファイルシステムは、同一または異なる固定ディスク装置を用いて実現することができる。

【0028】メモリ400は、画像フレームメモリ401、ヒストグラムメモリ402、フィールド領域画像フレームメモリ403、人物領域画像フレームメモリ404、人物情報メモリ405、遷移コストマトリクスメモリ406、人物状態テーブルメモリ407、人物遷移構造メモリ408からなる。これらのメモリは、処理部200の各処理過程において、入出力される情報を一時的に格納するために用いられ、半導体メモリを用いて実現することができる。

【0029】表示部1000は、トラッキング結果の画像表示を行う。

【0030】図2は、図1に示すシステムの処理例を示す流れ図である。まず、映像中より画像フレームを読み込み（ステップ501）、各色成分についてヒストグラムを計算し（ステップ502）、画像フレーム中よりフィールド領域を抽出し（ステップ503）、フィールド上に存在する人物の領域を抽出し（ステップ504）、人物領域から人物を検出し、その位置、サイズ情報を取得し（ステップ505）、さらに、現在の画像フレームが開始フレームでない場合には、前フレームで検出された人物との間の遷移コストを計算し（ステップ506）、現在フレームと前フレームの人物間の対応づけを行い（ステップ507）、その結果をファイル出力し、さらに、最終フレームまで処理が終了した後、各フレームについて得られた人物情報と対応付けの情報を入力し（ステップ508）、その情報を用いて人物の探索を行い、その結果を出力する（ステップ509）。

【0031】以下では、図1に示す処理部200の動作を具体的に説明する。処理部200においては、まず、映像蓄積ファイルシステム301に記憶されている映像データにアクセスし、利用者の指定するフレーム区間について、利用者の指定するフレーム間隔おきに画像フレームを読み込み、画像フレームメモリ401に記憶する。

【0032】ヒストグラム計算部201では、画像フレームメモリ401に蓄積された画像フレームを構成する全ての画素について、色成分毎のヒストグラム（頻度分布）を計算し、ヒストグラムメモリ402へ格納する。

【0033】本システムで扱う映像は、カラー映像であり、各画素は色を表現するために、複数の値を保持している。例えば、RGB表色系（赤、緑、青）という3つの数値の組が計算機用の映像表示装置には用いられている。ヒストグラム計算部201では、こうした色表現手段の一つとしてHSV表色系（色相、彩度、輝度）を用いることができる。

【0034】ヒストグラム分布の計算に先駆け、予め各色成分の値の分割幅を設定し、各色成分の最小値と最大値の間を複数の区間に分割し、区間毎に度数を格納できるようなメモリ領域をヒストグラムメモリ402中に確保し、各区間の値を0にリセットする。

【0035】次に、各画素を巡回し、その色成分の値に対応したヒストグラムの区間の値を1だけ増加させる。ここで、各色成分毎に独立したヒストグラムを作成する。全画素巡回後のヒストグラムメモリ中の値からヒストグラム分布が得られる。例えば、図3(a)のような分布が各色成分について得られ、競技場のフィールドの色に対応する部分にはヒストグラム中において最も高い山が形成される。

【0036】なお、撮影時の競技場や照明条件により画像の性質は、著しく変化するが、本発明では、ヒストグラムの分割幅を調整することにより、様々な条件の映像に対応が可能である。

【0037】なお、ヒストグラム計算部201および以後の処理において、HSV表色系を実現例として用いているが、その他、任意の表色系を用いても本発明を実施することができる。

【0038】フィールド領域抽出部202では、画像フレームメモリ401に記憶されている画像フレーム、およびヒストグラムメモリ402に格納されているヒストグラム分布を入力として、画像フレーム中のフィールド領域の抽出を行い、抽出したフィールド領域を画像としてフィールド領域画像フレームメモリ403に出力する。ここで「フィールド」とは、映像のインタレース方式におけるフィールドではなく、撮影された競技場において試合を行う領域のことを指すものである。

【0039】本システムで対象とする画像は、一般に図4のような構成をもつ。601はフィールド領域以外の画像領域であり、観客席などの競技場施設に対応する領域であり、602は競技が行われるフィールド領域であり、603はフィールド上に存在する人物（選手）が占める画像領域である。

【0040】フィールド領域抽出部202では、まず、ヒストグラム分布を利用して、フィールドに対応する画素の色の範囲を計算する。そのため、始めに、各色成分のヒストグラム分布について、それぞれ最大の度数を示す値を中心色成分（ H_c 、 S_c 、 V_c ）として取得する。

【0041】次に、フィールドの色範囲の下限と上限を各成分について求める。本発明では、ヒストグラムのピークを挟んだ山をフィールドの色領域と定義し、ピークを挟む谷の色成分値を探索により求める（図3

(b)）。例えば、下限の探索は、ピーク値より色成分値の低い方向に進みながら、分布の傾きを計算し、傾きがゼロになった色成分値を下限値として求めることができる。また、上限値も、探索方向を逆にするにより求められる。ここで得られた色範囲を成分毎に

(H_{min} 、 H_{max})、(S_{min} 、 S_{max})、(V_{min} 、 V_{max})と表記する。ある画素の色成分がフィールド色領域に含まれるとは、色相H、彩度S、輝度Vのそれぞれの値が全て対応する色範囲に含まれていることを指

す。また、この条件を緩和し、例えば、色相H、彩度S成分についてのみ条件を課すというような様々な条件の組み合わせを用いることも可能である。

【0042】次に、画像フレームの各画素を巡回し、各々の画素がフィールド領域に属するか否かを判定する。フィールド領域は、他の領域と比較してなめらかで色のばらつきが小さいので、局所的な色分布のばらつきと、フィールド領域全体の色のばらつきを比較して、局所的に一樣な色分布を持ち、かつ、検出したフィールドの色範囲へ適合する画素をフィールド領域に含まれるとして判定する。

【0043】そのための具体的な方法として、画像フレーム中の各画素(i, j)を巡回し、着目する画素を含むN×N画素の近傍画素の集合について、フィールド色範囲に含まれる画素の割合rと、近傍の色分布とフィールド上の色分布の分散の大きさの比R(分散比)を計算する。そして、割合rが一定値以上であり、かつ、分散比Rが一定値以下である場合に、その画素はフィールド上に属すると判断する。その場合、フィールド領域画像フレームメモリ403上の対応する座標値(i, j)が1となり、フィールド外と判定された場合0と設定される。

【0044】以上で、判定されたフィールド領域には、フィールド上に存在する人物(選手)の領域が含まれず、フィールド領域中の穴として残ってしまう場合がある。そのため、フィールド領域画像フレームメモリ403に記憶されているフィールド領域画像について、整形処理を行う。整形処理は、まず、モルフォロジフィルタによる縮小処理により、孤立した微少領域をゴミとして除去する。続いて、人物領域の穴を埋めるために、フィールド領域画像上の各画素を巡回し、ある画素が0である場合(フィールド外と設定されている)に、図5のように、上下左右のある距離離れた画素の値を取得し、それらが全て1である(つまり、フィールド上である)場合に、現在の巡回中の画素の値を1に変化させるという処理を繰り返し行う。図5の(a), (b), (c)はその際にチェックする近傍の画素のパターンであり、一つまたは複数のパターンについて順次実行する。本処理により、従来のモルフォロジフィルタの膨張処理と比較して、領域中の大規模な穴を、高速に埋めることが可能となる。

【0045】以上の処理により、図4のような画像から、図6のようなフィールド領域がフィールド領域画像フレームメモリ403上の二値画像として得られる。

【0046】人物領域抽出部203は、画像フレームメモリ401中の画像と、フィールド領域画像フレームメモリ403中のフィールド領域画像を入力とし、画像中から人物領域を抽出し、抽出結果を画像として人物領域フレームメモリ404に記録する。

【0047】そのための具体的な方法として、以下の方

法が利用できる。フィールド領域画像上において、フィールド領域に含まれる画素を巡回し、その各画素の色成分がフィールド色範囲に含まれない場合、または、色相成分Hの値のフィールド中心色からのずれ(フィールド色分布の標準偏差で正規化)が一定値以上の場合、または、着目画素の近傍の画素の輝度成分Vのフィールド中心色まわりの分散とフィールド色分布の分散の比が、一定値以上の場合のいずれかの場合に、着目画素は選手領域に属すると判断し、人物領域画像フレームメモリ404中の該当座標の画素の値を1に設定する。また、そうでない場合には、値を0に設定する。

【0048】このような処理を全画素について実行すると、図7のような人物領域を示す二値画像が、人物領域画像フレームメモリ404に得られる。

【0049】人物検出部204は、画像フレームメモリ401中の画像と、人物領域画像フレームメモリ404中の選手領域画像、人物色モデルファイルシステム302中の人物の色モデル情報を入力とし、画像中より人物を検出し、その位置、サイズ、属性を取得し、人物情報メモリ405に格納する。

【0050】そのための具体的な方法として、以下の方法が利用できる。まず、人物領域画像フレームメモリ404中より読み込んだ選手領域画像について、距離変換を施し、その結果を人物領域画像フレームメモリ404に書き込む。距離変換後の画像を距離画像と呼ぶ。距離画像中の各画素値は、その画素から背景(つまり、非人物領域)への最短距離の値を持つ。その方法には、例えば、「画像解析ハンドブック」(監修高木幹雄、下田陽久、東京大学出版会)の576ページから577ページに記載の方法が利用できる。

【0051】次に、距離画像について、距離値が局所的にピークを持つような画素の集合を検出する。その方法としては、各画素を巡回し、今着目する画素と、近傍の画素の距離値を比較して、着目画素の距離値がいずれよりも大きい場合に、その画素をピークとして検出する方法が利用できる。続いて、検出される各ピークについて、そのピーク画素を取り囲む人物領域に適合する外接四角形を計算する。例えば、図8(a)の人物領域702について、点703のようにピーク画素が得られ、人物領域の外接四角形が701のように求められる。

【0052】その方法の一つとして、図8(b)のように、ピーク画素を中心とし、その距離値の2倍の幅、高さをもつ四角形を考え、この四角形の上、下の辺をそれぞれ上方、下方に移動させ、返上の画素が人物領域に含まれる割合を計算し、ある割合を下回る時点で、辺の移動を停止する。また、左右の辺についても、同様の操作を行う。その結果として得られる辺の位置を、含む四角形を外接四角形として求め、その中心位置の座標、幅、高さを人物情報として人物情報メモリ405中に格納する。

【0053】さらに、人物情報メモリ405中に格納された人物中から、相異なる人物の外接四角形の重なり面積を調べ、重なりが顕著である場合、より面積の小さい方の人物情報を人物情報メモリ405から削除する。その方法としては、重なり面積と、大きい方の外接四角形の面積との比が一定値以下のときに、面積の小さい方を消去する方法が利用できる。また、重なりがある場合に、面積の小さい方の外接四角形を消去することで、失われる面積が他方の外接四角形の面積に占める割合を計算し、それが一定値以下の場合に、面積の小さい方を消去するという方法が利用できる。なお、上記の方法以外の方法も利用可能である。

【0054】次に、以上の処理の結果、人物情報メモリ405中に存在する人物について、その属性を判定し、属性情報も人物情報メモリ405に付加する。そのために、人物色モデルファイルシステム302より、予め登録してあるモデルとなる人物の色モデルを読み込み、検出した人物の色との比較を行い、最も適合するモデルの属性を人物の属性として判断する。

【0055】その一つの実現方法として、以下のような色情報を用いる。本例では、図9のように人物領域を垂直方向に分割し、分割された各領域中の人物領域について、各色成分の平均値を計算する。こうした色の組と、同様にして予め利用者によって属性が指定されている各モデルの人物の色の組との平均二乗誤差を計算し、最もこの誤差の小さいモデルの属性を検出した人物の属性とする。モデルとしては、両チームの選手、審判に加え、フィールド上の白線や芝のハゲの領域を用意して、人物色モデルファイルシステム302に登録しておくことで、白線やハゲのモデルに最も近いと判断された場合には、その人物の情報を人物情報メモリ405から削除す

$$D(i, j) = \sqrt{\left(2 \frac{x_i - (x_j - V_x)}{h_i + h_j}\right)^2 + \left(2 \frac{y_i - (y_j - V_y)}{w_i + w_j}\right)^2}$$

【0061】と計算できる。ただし、 V_x 、 V_y は、カメラの視点移動によりフレーム間で生じた画像のずれ幅である。固定視点カメラにより撮影された映像の場合、これらを0とし、移動視点カメラにより撮影された映像を処理対象とする場合には、平均的な移動量（単位は画素）として V_x 、 V_y をフレーム間のマッチング等の方法により計算する。

【0062】映像の撮影は、通常、フィールドの真上からではなく、側面から行われるため、画像上では、奥行き方向の距離が左右方向の距離と比較して縮まって表現される。そのため、水平方向の移動成分を人物の高さで正規化し、垂直方向の移動成分を人物の幅で正規化することによる補正によって、移動コストの精度を向上させることができる。

【0063】移動コストの計算後、以後の計算の簡略化のために、一定値以上の移動コストの場合には、移動コ

ることができ、そうすることにより、白線やハゲなどの領域を人物として誤検出してしまうことが減少する。

【0056】遷移コスト計算部205は、現在のフレーム、および、前フレームについて検出され、人物情報メモリ405に記憶されている人物情報を入力として、フレーム間における人物の遷移コストを計算し、遷移コストマトリクスメモリ406に格納する。

【0057】遷移コスト計算部205は、処理対象の映像のフレーム範囲において、第2フレーム以上のフレームについて実施するものである。遷移コストとは、前フレームのある人物が、現フレーム上のある人物に移動したと考える場合のコストであり、前フレーム上の人物数と現フレームの人物数をそれぞれ行の数、列の数とするマトリクス形式として遷移コストマトリクスメモリ406に格納される。

【0058】このコストとして、本例では、移動コストと変化コストという2種類のコストを計算し、その結果をそれぞれ遷移コストマトリクスメモリ406に格納する。移動コストとは、フレーム間の人物の距離に関するコストであり、変化コストとは、フレーム間における人物の形状や色分布の変化に関するコストである。これらのコストが小さいもの同士が実際に移動したと考える。

【0059】移動コストの一計算方法として、以下の方法が利用できる。前フレーム上のある人物 i と、現フレーム j との間の移動コスト $D(i, j)$ は、人物 i の座標を (x_i, y_i) 、人物 j の座標を (x_j, y_j) 、人物 i の幅、高さを (w_i, h_i) 、人物 j の幅、高さを (w_j, h_j) とすると、

【0060】

【数1】

コスト、変化コストともに無限大に設定する。また、移動コストが一定値以下の場合においても、現フレームの人物と前フレームの人物の外接四角形の面積比を計算し、著しく面積比が大きいか、小さい場合には、変化コストを無限大に設定する。これは、多くの場合、人物以外のゴミ領域は小さな面積として得られるため、これを識別するための効果を有する。

【0064】これら条件を満たした現フレームと前フレームの各人物について、変化コストをテンプレートマッチングを用いて計算する。これは現フレームをテンプレートとして、このテンプレートの中心を前フレームの人物の領域中に当てはめたときの画像間の色成分の二乗誤差を計算し、テンプレートの中心位置を前フレームの人物の領域中でずらしながら、二乗誤差が最小になる位置を探索し、最も小さい二乗誤差を変化コストとして設定する。なお、二乗誤差以外の尺度も利用可能である。

【0065】フレーム間対応決定部206では、遷移コストマトリクスメモリ406中に記憶されている遷移コストを入力とし、フレーム間の人物の対応関係を決定し、決定された人物の対応関係を人物状態テーブルメモリ407へ格納する。また、人物状態テーブルメモリ407の内容を人物検出結果ファイルシステム303へと出力する。

【0066】本発明では、現在フレームと前フレームとの間の人物の対応関係、および、現在フレームと次フレームとの間の人物の対応関係を各々、図10のような4つの状態に区分して認識する。現在フレームと前後のフレームを含めると16通りの状態が存在することになる。それぞれの対応関係を識別する記号として、前フレームとの関係、および、後フレームとの関係について、それぞれ接続状態番号を用いる。

【0067】前フレームとの対応関係において、前フレームには存在しない人物の出現の場合には、接続状態番号を1とし、また、単純な人物の移動の場合には、接続状態番号を2と表す。前フレームで一つの人物領域が、現フレームでは分裂するような場合、現フレームにおける分裂した片割れを接続状態番号3で表す。また、前フレームで複数の人物領域が、現フレームにおいて一つに合体する場合には、接続状態番号4を付与する。

【0068】次フレームとの関係も、同様の番号を用い、現フレームの人物が次フレームにおいては、存在しないような、人物が消滅する場合（フィールド領域の範囲外への移動）には接続状態番号1を与え、現フレームの人物が単純に移動する場合には、2を与え、現フレームの人物が分裂する場合には3を与え、現フレームの人物が次フレームにおいて他の人物と合体して一つの領域をなす場合には、接続状態番号4を与える。

【0069】フレーム間対応決定部206では、以上のようなフレーム間の対応関係が、逐次決定されていく。決定される人物の状態は、人物状態テーブルメモリ407にテーブル形式で格納される。これを「人物状態テーブル」と呼ぶ。その情報は、図11に示すように一つの画像フレーム上で検出された個々の人物について、ID番号、前フレームとの接続状態番号（前方接続状態番号）、次フレームとの接続状態番号（後方接続状態番号）、前フレームで対応する人物番号（前方対応人物番号）、次フレームで対応する人物番号（後方対応人物番号）を含むものとする。

【0070】ID番号は、人物に固有の番号であり、同一の人物が複数のフレームに渡って存在する場合、それらのフレーム中の該当人物には同一の番号が付与されるとする。また、人物番号とは、一つのフレーム上で検出された人物に対して付与される通し番号であり、人物状態テーブルメモリ407中のテーブルにおいては、行番号を指定するものである。前フレームで対応する人物番号および次フレームで対応する人物番号とは、現フレ

ムのある人物が前フレーム、および、次フレームでどの人物と対応しているかを示す番号である。

【0071】なお、本発明において、図12に示すような対応関係は禁止とする。この禁止対応関係には（a）Z型、（b）X型が存在し、これは、二つのフレームにおいて、二人の人物が並走するような場合、人物の移動の他に、一つのフレームで隣合う二人の人物間で、それぞれ隠し持っている別の人物（後ろに隠れている）の交換が行われることはない規定するものである。図11に示す人物状態テーブルのようなテーブル構造を用いると、このような禁止対応関係は表現できない。

【0072】映像蓄積ファイルシステム301より与えられる映像データの各フレームについて、前後のフレーム間での人物の対応関係を決定し、人物状態テーブルメモリ407にその結果を格納するアルゴリズムとして、本発明では以下の手法を用いることができる。

【0073】まず、映像データについて、処理を開始するフレーム番号、終了するフレーム番号、および、処理を行う間隔を示すステップ数が利用者より与えられる。本手法では、人物状態テーブルメモリ407に、2フレーム分の人物状態テーブルを保持する。それぞれ、第1の人物状態テーブル、第2の人物状態テーブルと呼ぶ。

【0074】図13および図14に、トラッキング処理が進行して、人物の状態が決定していく様子を便宜的に示す。図13（a）には、あるフレーム上の一人の人物について、人物状態テーブルの内容がどのように説明されるかを示したものであり、円形の上部にID番号、円形の左下部には前フレームとの接続状態番号（前方接続状態番号）、円形の右下部には次フレームとの接続状態番号（後方接続状態番号）が表現される。また、未決定の場合には、それぞれ空白となる。斜体の番号は、該当のフレームにおいて付与された番号を示し、ローマン体の番号は、既に決定されている番号を示す。また、円形が点線で構成される場合には、既に状態等が決定し、その内容が出力され、人物状態テーブルからは消去されていることを意味する。また、前フレームでの対応人物、および、次フレームでの対応人物は、円形の左側に接続される矢印の元、および、円形の右側から伸る矢印の先として示される。ここで人物間の対応（接続）には、優勢対応（強接続）と、弱接続があり、強接続は、同一人物の移動を表し、太線で記される。これにより示される人物が人物状態テーブルの該当欄に記憶される人物である。また、弱接続にある人物は、別の人物が合体し、背後に隠れる場合や、背後に隠れていた人物が次のフレームでは出てくるようなケースを表す。

【0075】まず、開始フレーム（フレーム1）の段階においては、全ての人物が新たに出現したとして、第1の人物状態テーブルの前方接続状態番号欄に1を書き込む。また、ID番号欄には、新しいID番号を付与す

る。また、前方対応人物番号欄には、対応先がないことを示す-1を書き込む。この様子を図13(b)に示す。

【0076】次に、フレーム2の処理に移行する。その際には、人物状態テーブルメモリ407に第2の人物状態テーブルを確保する。まず、現フレーム(フレーム2)の各人物について、前フレーム(フレーム1)の各人物の中で最もトータルの遷移コストの小さい人物を選択する。ここで、トータル遷移コストは、遷移コストマトリクスメモリ406中に格納されている移動コストと変化コストを用いて、トータル遷移コスト=移動コスト+ $w \times$ 変化コストのように計算される。ここで、 w は重み付けの係数である。なおその際には、許容する移動コスト、および、変化コストに上限 $E1$ 、 $E2$ を設け、この条件を満たさない場合には、対応関係は存在しないものとする。

【0077】この処理が終了した段階において、図14(a)のように、前フレームの一人の人物から、現フレームの複数の人物へ対応関係が存在する場合がある。この場合、トータルの遷移コストが最も小さい対応を優勢対応として、前フレームの人物のID番号を現フレームの人物に継承し、第2の人物状態テーブルの該当人物の欄にこのID番号を記録する。また、同時に、前フレームの後方対応人物番号欄に、対応する現フレームの人物番号を記入し、現フレームの前方対応人物番号欄に、対応する前フレームの人物番号を記入する。また、優勢対応ではない弱接続している現在フレームの人物についても、前方対応人物番号欄に、対応している前フレームの人物番号を記入する。

【0078】次に、前フレームの人物において、現フレームの人物と対応関係が確立されていない人物が存在する場合、その人物それぞれについて、現フレーム上の人物の中から、遷移コストの中でも、移動コストの上限 $E1$ の条件を満たし、かつ、最も小さい人物が存在する場合、前フレームの後方対応人物番号欄に、現フレームの人物番号を記入する。

【0079】次に、これまでに現在フレームの人物でID番号が付与されていない人物について、新規のID番号を付与し、対応する第2の人物状態テーブルの欄に記録する。以上で確立されたフレーム間の人物の対応関係を元に、前フレームの人物の後方接続状態番号を判定し、第1の人物状態テーブルの該当欄に記入し、現フレームの人物の前方接続状態番号を判定し、第2の人物状態テーブルの該当欄に記入する。

【0080】最後に、第1の人物状態テーブルに記録されている前フレーム(フレーム1)の人物の状態の情報を人物検出結果ファイルシステム303に出力し、第1の人物状態テーブルの内容を消去する。

【0081】次に、フレーム3に移り、フレーム2の場合と同様の処理を行う。その様子を図14(b)に示

す。ここでは、フレーム3の人物の状態は、第1の人物状態テーブルに記憶される。フレーム3の段階の処理の結果、第2の人物状態テーブル中のフレーム2の人物の状態情報を、人物結果ファイルシステム303に出力する。その際に、フレーム2の段階で出力した情報に追加する形で出力が行われる。

【0082】以上の処理を終了フレームまで、指定されたフレームのステップ毎に実行する。終了フレームの段階の処理においては、後方対応人物番号には-1を付与し、後方接続状態番号には、全ての人物が消滅するとし、1を付与し、その内容を人物結果ファイルシステム303に出力する。なお、以上の手法は一例であり、これ以外の手法も利用可能である。

【0083】人物遷移探索部207では、人物検出結果ファイルシステム303中の人物検出結果を読み込み、人物遷移構造メモリ408に記憶させ、さらに、その内容を入力として、複数フレームに渡る連続した人物の探索を実行し、その結果をトラッキング出力ファイルシステム304に記録する。

【0084】人物遷移探索部207では、本システムの最終的な出力である、画像上において個々の人物をトラッキングすることで得られる各フレームにおける位置とサイズの情報を出力することを目指す。

【0085】その実現方法の一例として以下の方法が利用できる。まず、人物検出結果ファイルシステム303から、人物検出結果を読み込み、人物遷移構造メモリ408にその内容を記憶させる。人物検出結果ファイルシステム303には、フレーム間対応決定部206より出力されるデータが蓄積されている。これは、映像蓄積ファイルシステム301中の映像データの開始フレームから終了フレームまで、一定のステップ毎に人物を検出し、フレーム間の人物の対応関係を記述したデータである。

【0086】ここでは、人物遷移構造メモリ408中のデータ構造は、図15のようなグラフ構造をもつ。図15は、横軸にフレーム番号、縦軸にID番号をとったものであり、各人物が頂点として表され、フレーム間の人物の対応関係はエッジとして表される。人物遷移探索部207では、この人物遷移構造メモリ408中のグラフデータを用いて、個々の人物の複数フレームに渡り探索し、人物毎の移動軌跡データを出力する。

【0087】具体的な実現方法の一つとして、以下に示す方法を用いることができる。まず、人物遷移構造メモリ408中のグラフデータ中において各頂点を巡回し、前方接続状態番号が1であるものを探索する。これは新規に出現する人物に対応し、それら各々の人物を起点として、次の条件に適合するかの試験を行う。

【0088】・条件1：(後方接続状態番号が1である；次フレームで消滅する)

・条件2：(後方接続状態番号が4である；次フレーム

で合体する)

- ・条件 3 : (現在の ID 番号が次フレームの対応人物の ID 番号と異なる ; 優勢対応ではない)
- ・条件 4 : (条件 1) または ((条件 2) かつ (条件 3))
- ・条件 5 : (条件 4) に当てはまらない

条件 5 に適合する場合には、後方対応人物へ進み、同じく上記の条件に適合するかの試験を行う。なお、探索の過程で通過した人物はリストとして記憶を行う。条件 4 に適合する場合には、該当人物を起点とした探索を中止する。その場合、起点となる人物について、その後の人物の経過の軌跡を記録した人物のリストが生成されており、各フレーム毎に画像上での座標値とサイズの情報がトラッキング出力ファイルシステム 304 へ出力される。

【0089】次に、他の人物より分岐して別れた人物であり、かつ、前フレームの対応人物とは、優勢対応ではない場合、つまり、次の条件 6

- ・条件 6 : (前方接続状態番号が 3 である ; 前フレームで分岐している) かつ (現在の ID 番号が前フレームの対応人物の ID 番号と異なる ; 優勢対応ではない) に適合する人物を人物遷移構造メモリ 408 中のグラフデータ中から探索し、適合した各々の人物について、それら各々の人物を起点として、前述の条件 4、5 に適合するかの試験を行う。この処理も前述した処理と同様である。上記において、各々の人物を起点とした選手の軌跡の探索の結果、得られた人物の移動軌跡のリストの長さをチェックし、軌跡の長さが極端に短いものの出力を取り止めることにより、フィールド上のゴミなどの人物以外のものが誤検出される回数を減少させることができる。

【0090】また、各々の人物の軌跡を出力する際には、その人物の始点における前方接続状態番号、および、終点における後方接続状態番号もあわせて出力される。

【0091】以上に記述した探索処理を行うことにより、例えば、図 15 に示したような人物の状態遷移構造より、図 16 のような各々の人物の移動軌跡が得られ、人物間の対応関係が明確に記述できるようになる。

【0092】なお、以上の手法では、人物検出結果ファイルシステム 303 を介して、人物の検出、フレーム間の対応関係結果のデータを読み込んでいるが、人物検出結果ファイルシステム 303 の代わりに直接、人物状態テーブルメモリ 407 より人物遷移構造メモリ 408 へデータを書き込むこともできる。

【0093】表示部 1000 は、トラッキング出力ファイルシステム 304 に記録された人物の移動軌跡に関するデータを読み込み、ディスプレイ装置に出力を行う。表示の形態としては、例えば、図 16 に示すような各人物が画像上に存在する時間区間、および、出現、消滅の

時点、また、複数の人物間における合体、分裂などの関連をグラフ構造で表示を行う形態を用いることができる。

【0094】さらに、図 17 のように、映像中の画像の上に、検出した人物の外接四角形を表示したり (図 17 の 801)、外接四角形内の画像輝度を増加したり (図 17 の 802)、また、過去複数のフレームについて、人物が移動した軌跡を外接四角形や矢印を重ねて表示したりできる (図 17 の 803)。

10 【0095】また、各人物についてその名称や背番号を手により付与することで、人物にそれら番号、名称を付随させて表示させることもできる (804)。

【0096】さらに、出現、消滅、合体、分離が生じる時点において、外接四角形の色を変化させて表示させることで、利用者にわかりやすく人物の状態を認識させることができる。

【0097】図 1 に示す処理部 200 の処理は、例えば図示省略した CPU とソフトウェアプログラムによって実現することができ、そのソフトウェアプログラムは、各種の記録媒体や通信回線を利用してインストールすることができる。CPU は、インストールされたソフトウェアプログラムをメモリ 400 にローディングし、それを実行することにより、前述した一連の方法を実現する。

【0098】

【発明の効果】以上で説明したように、本発明では、映像中の各画像フレームにおいて対象物を検出し、画像フレーム間における物体間の遷移コストを計算し、一対多、多対一などの多様性を導入した対応付け処理を行い、その結果を用いて、物体の移動、合体、分裂、消滅の状態の判定を行うことで、サッカーの試合のように複数の人物が密集するような映像に対しても、安定した物体の追跡と、複数の物体の合体、分離の状態に関する情報の出力を可能にする。

【0099】また、従来のテンプレートマッチングを用いた追跡方法の欠点であるフレーム間において物体の形状変化が大きい場合にも、本発明では、フレーム間における物体間の全ての組み合わせについて移動の可能性を検討し、遷移コストを計算するため、物体の形状変化が大きい対象物に対しても正確な追跡が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明のシステム構成例を示す図である。

【図 2】図 1 に示すシステムの処理例を示す流れ図である。

【図 3】ヒストグラムとフィールド色範囲決定方法を説明する図である。

【図 4】画像フレーム上の対象を示す図である。

【図 5】フィールド領域整形処理を説明する図である。

【図 6】抽出されたフィールド領域を示す画像の例を示す図である。

【図 7】抽出された人物領域を示す画像の例を示す図である。

【図 8】人物領域とその外接四角形を示す図である。

【図 9】人物の属性を判定するための色情報の取得を説明する図である。

【図 10】人物の前後フレームとの接続関係を説明する図である。

【図 11】人物状態テーブルに格納されるデータの例を示す図である。

【図 12】禁止対応関係を示す図である。

【図 13】トラッキング処理の進行の様子を示す図である。

【図 14】トラッキング処理の進行の様子を示す図である。

【図 15】人物状態遷移構造の様子を示す図である。

【図 16】人物遷移の探索により得られる人物の遷移構造の例を示す図である。

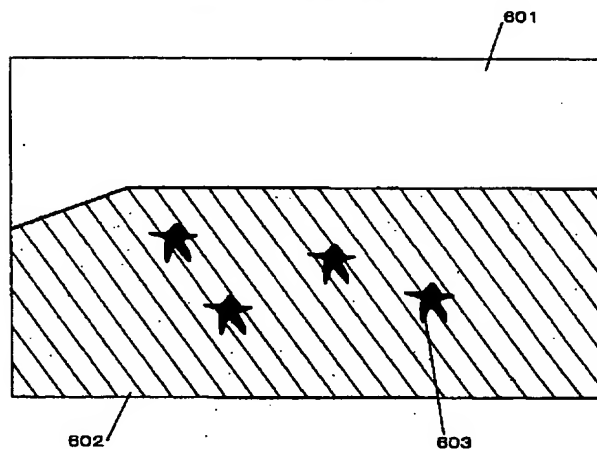
【図 17】人物の追跡結果の表示の一例を示す図である。

【符号の説明】

- 100 入力部
- 101 撮影装置
- 102 ビデオ映像蓄積再生装置
- 103 映像取り込み装置

【図 4】

画像フレーム上の対象の構成図

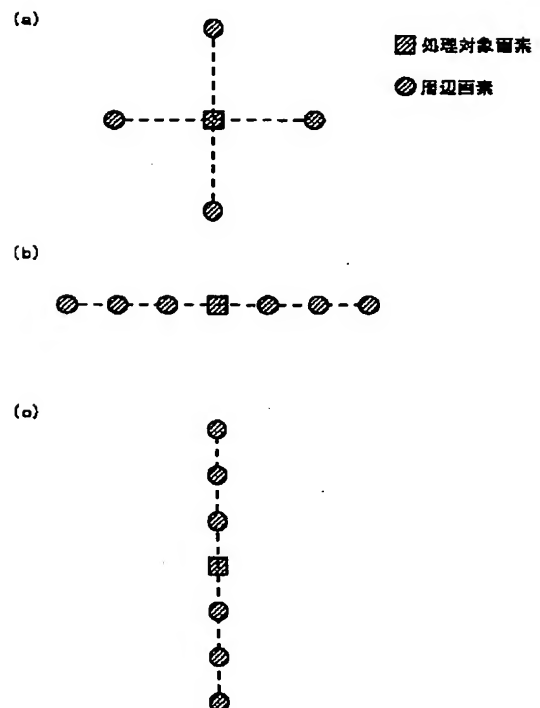


- 801: フィールド領域以外の画像領域
- 802: フィールド領域
- 803: 人物

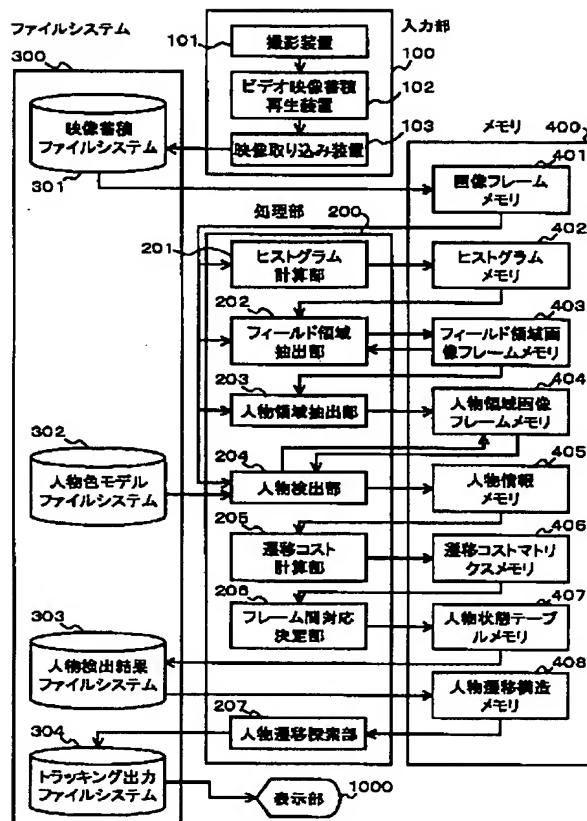
- 200 処理部
- 201 ヒストグラム計算部
- 202 フィールド領域抽出部
- 203 人物領域抽出部
- 204 人物検出部
- 205 遷移コスト計算部
- 206 フレーム間対応決定部
- 207 人物遷移探索部
- 300 ファイルシステム
- 301 映像蓄積ファイルシステム
- 302 人物色モデルファイルシステム
- 303 人物検出結果ファイルシステム
- 304 トラッキング出力ファイルシステム
- 400 メモリ
- 401 画像フレームメモリ
- 402 ヒストグラムメモリ
- 403 フィールド領域画像フレームメモリ
- 404 人物領域画像フレームメモリ
- 405 人物情報メモリ
- 406 遷移コストマトリクスメモリ
- 407 人物状態テーブルメモリ
- 408 人物遷移構造メモリ
- 1000 表示部

【図 5】

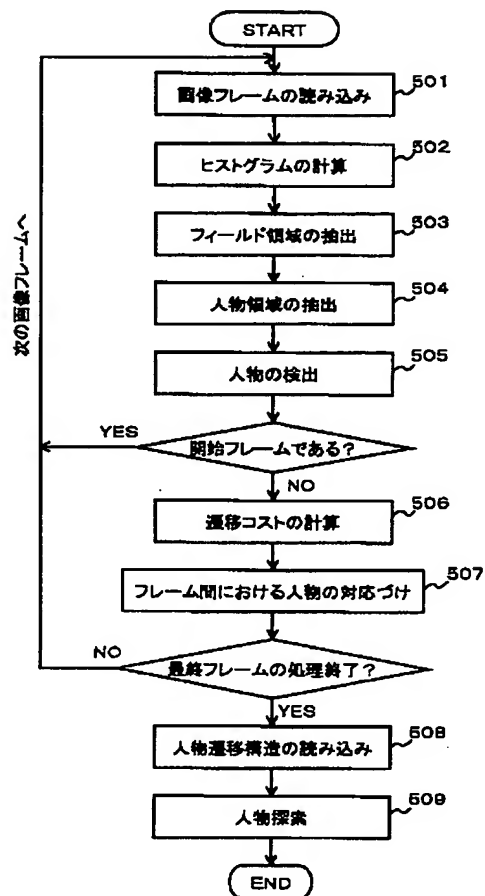
フィールド領域整形処理



【図 1】

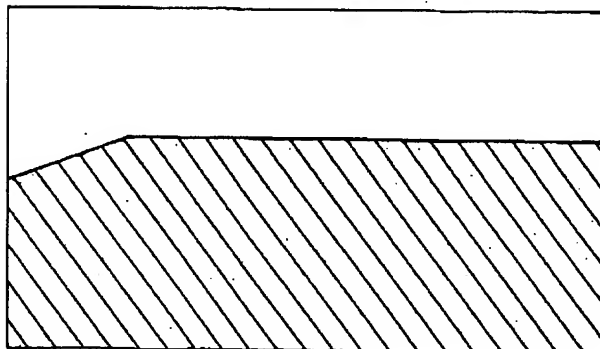


【図 2】



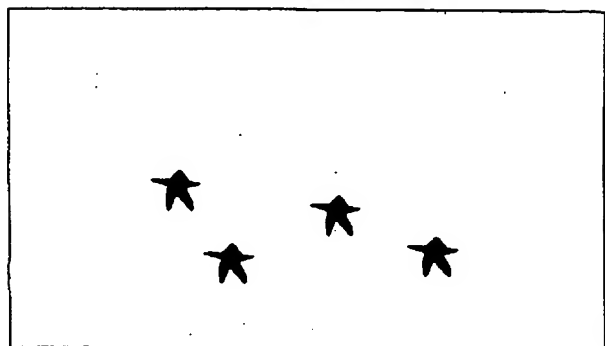
【図 6】

抽出されたフィールド領域を示す画像



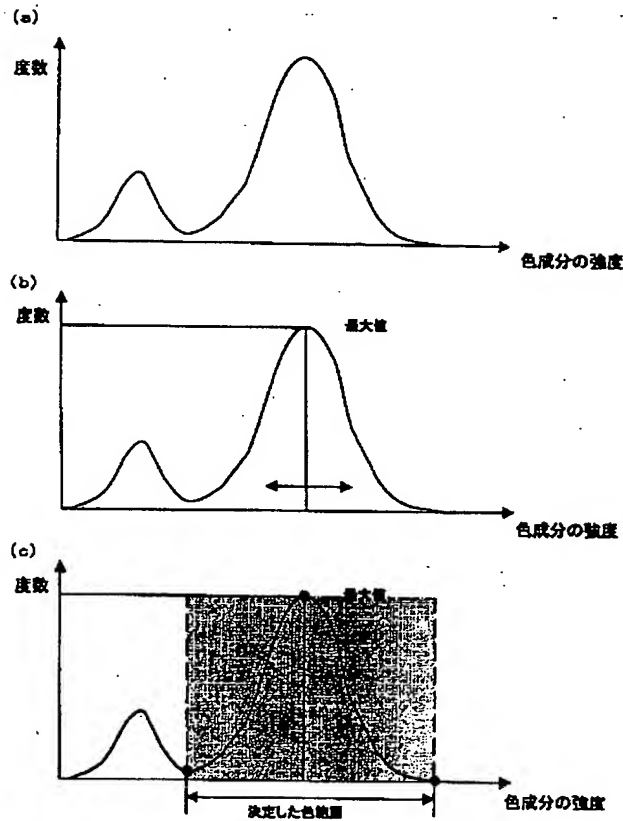
【図 7】

抽出された人物領域を示す画像



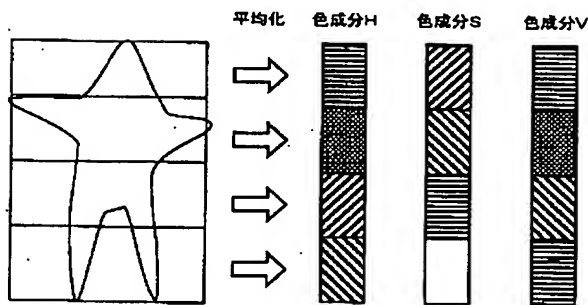
【図 3】

ヒストグラムとフィールド色範囲決定



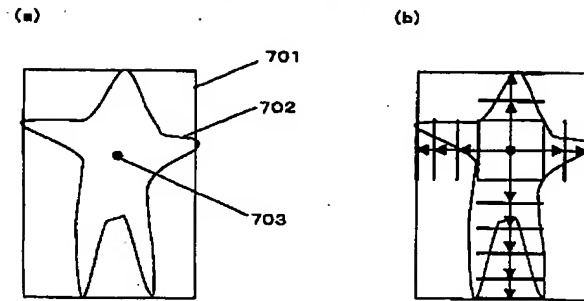
【図 9】

人物の属性を判定するための色情報の取得



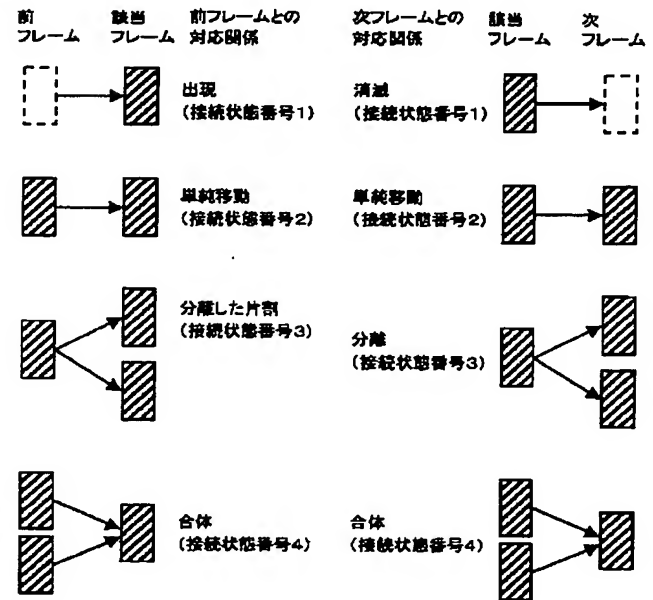
【図 8】

人物領域と外接四角形



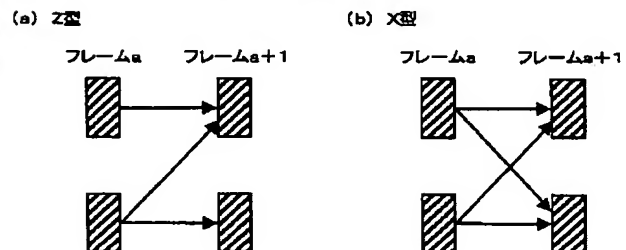
【図 10】

人物の前後フレームとの接続関係を説明する図



【図 12】

禁止対応関係



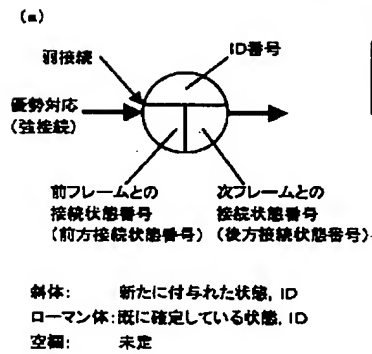
【図11】

人物状態テーブル

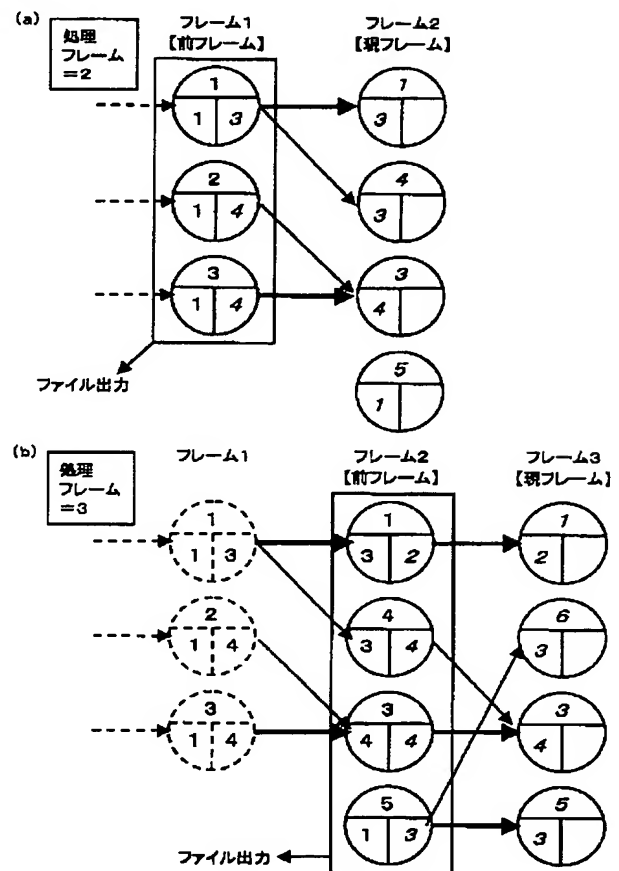
	ID番号	前フレームとの 接続状態番号 (前方接続状態番号)	次フレームとの 接続状態番号 (後方接続状態番号)	前フレームでの 対応人物番号 (前方対応人物番号)	次フレームでの 対応人物番号 (後方対応人物番号)
人物番号1					
人物番号2					
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
人物番号N					

【図13】

トラッキング処理の進行の様子

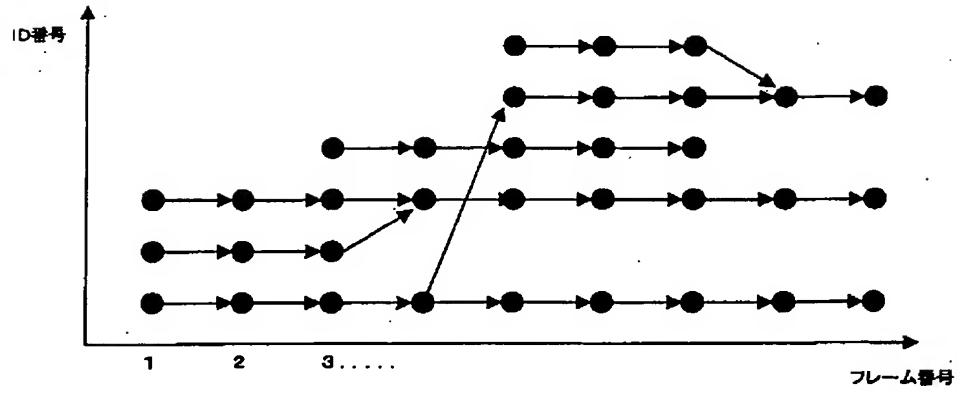


【図14】



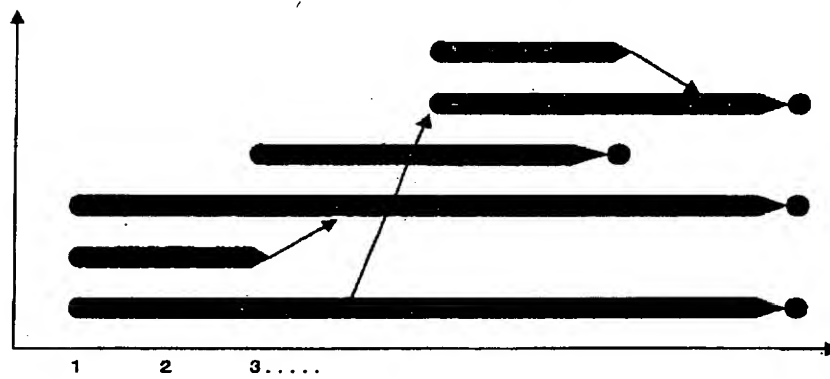
【図 15】

人物状態遷移構造の様子



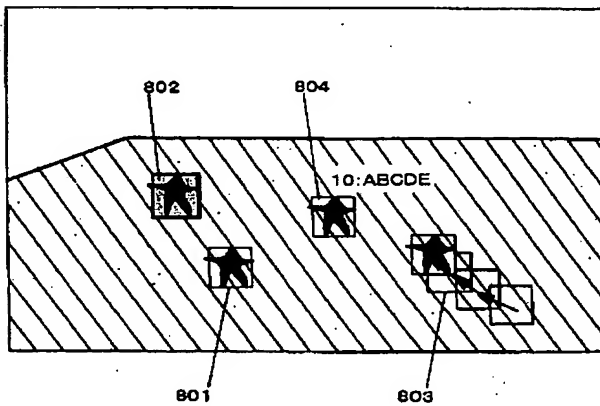
【図 16】

人物遷移の探索により得られる人物の遷移構造



【図 17】

人物の追跡結果の表示の一例



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 6 T 7/60	1 5 0	G 0 6 T 7/60	1 5 0 J
H 0 4 N 7/18		H 0 4 N 7/18	K
(72) 発明者 森本 正志		F ターム (参考)	5B057 BA02 CA01 CA08 CA12 CA16
東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日			CB01 CB06 CB08 CB12 CB16
本電信電話株式会社内			CC03 CD01 CE09 CE11 CE12
(72) 発明者 児島 治彦			CH11 CH12 DA07 DA08 DB02
東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日			DB06 DB08 DB09 DC03 DC04
本電信電話株式会社内			DC23
			5C054 FC04 FC08 FC12 FC13 FC16
			GB12 GB14 GB17 HA05
			5L096 AA02 AA06 CA02 EA14 EA17
			EA35 EA37 EA43 FA14 FA15
			FA18 FA33 FA34 FA37 FA42
			FA59 FA66 FA69 GA41 HA03
			HA05 LA05